

DOI:

10.31379.sed.2.2.2024.6

УДК 658.8:616.075

МАЛИШЕВ Віктор

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри
фундаментальних та медико-
санітарних дисциплін,
Міжнародний європейський
університет, Україна

ORCID: [0000-0003-2756-3236](https://orcid.org/0000-0003-2756-3236)e-mail: viktormalyshev@ieu.edu.ua*(кореспондуючий автор)***КОВАЛЕНКО Вікторія**

кандидат біологічних наук, доцент,
завідувач кафедри фундаментальних
та медико-санітарних дисциплін,
Міжнародний європейський
університет, Україна

ORCID: [0000-0001-8778-014X](https://orcid.org/0000-0001-8778-014X)e-mail: victoriakovalenko@ieu.edu.ua

Подано: 14/08/2024

Прийнято: 28/08/2024

Опубліковано: 30/08/2024

© Copyright 2024 by the author(s)



This is an Open Access
article distributed under the terms of [the
Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТОВОГО РИНКУ БІОІНЖЕНЕРІЇ

Анотація

Метою дослідження є виявлення стану та закономірностей розвитку світового ринку наномедицини та відслідковування сучасних тенденцій та інновацій його розвитку.

Об'єктом дослідження є сучасний стан та сегментація, динаміка та перспективи світового ринку біоінженерії і світових ринків інструментів, речовин та реагентів, обладнання біоінженерії. Біомолекули, біосистеми, біомашини, біокомп'ютинг визначено як чотири основних сфери застосування біомедичних інновацій. Здоров'я та працездатність людини; сільське господарство, аквакультура та продукти харчування; споживчі товари та послуги; матеріали, хімікати та енергія визначено як основні сфери впливу біомедичної інженерії.

Сегментацію ринку інструментів біоінженерії здійснено за географічними регіонами, продуктами ринку, технологічними ідеями, галузями використання; ринку речовин і реагентів – за географічними регіонами, продуктами ринку та застосуванням; ринку обладнання біоінженерії – за географічними регіонами, технологіями, кінцевим споживачем.

Визначено обсяг ринків різних географічних регіонів. Відстежено динаміку та конкуренцію на світовому ринку і виявлено чинники впливу на динаміку та ключові тенденції ринку. Узагальнено стан і зазначено перспективи подальших наукових досліджень у галузі біоінженерії.

Персоналізована медицина, машинне навчання та штучний інтелект, технологія стовбурових клітин, редагування генів і діагностика згрупованих регулярно розташованих коротких паліндромних повторів, великий обсяг даних, дослідження наркотиків визначено як основні тенденції розвитку біотехнологічного ринку.

Ключові слова: біоінженерія, світовий ринок, сегментний аналіз, тенденція, перспективи.

JEL Класифікація: I11.

DOI:

10.31379.sed.2.2.2024.6

УДК 658.8:616.075

MALYSHEV Viktor

Doctor Of Technical Sciences,
Professor, Professor of the Department
of Fundamental and Medical and
Sanitary Disciplines,
International European University,
Ukraine

ORCID: [0000-0003-2756-3236](https://orcid.org/0000-0003-2756-3236)

e-mail:

viktormalyshev@ieu.edu.ua*(Corresponding author)***KOVALENKO Victoria**

Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor,
Head of the Department of
Fundamental and Medical and Sanitary
Disciplines,
International European University,
Ukraine

ORCID: [0000-0001-8778-014X](https://orcid.org/0000-0001-8778-014X)e-mail: victoriakovalenko@ieu.edu.ua

MARKETING RESEARCH WORLD BIOENGINEERING MARKET

Abstract

The object of the study is the general characteristics of the world bioengineering market, the state, segment analysis, dynamics and prospects of the world markets of tools, substances and reagents, bioengineering equipment. Four areas of application of biomedical innovations are defined and areas of influence of biomedical engineering are distinguished.

The analysis of the bioengineering tools market was carried out according to the following segments: geographical regions, market products, technological ideas, fields of use; the market of substances and reagents - by geographical regions, market products and applications; of the bioengineering equipment market - by geographic regions, technologies, and the end user.

The potential demand and volume of markets of different countries of the world have been determined. The dynamics and competition in the world market are monitored and the factors influencing the dynamics of the market and its key trends are indicated. The state is summarized and the prospects of further scientific research in the field of bioengineering are indicated.

The main trends in the development of biotechnology are identified: personalized medicine, gene editing and diagnosis of clustered regularly spaced short palindromic repeats, machine learning and artificial intelligence, stem cell technology, big data, drug research.

Keywords: bioengineering, world market, segment analysis, trend, prospects.

Received: 14/08/2024

Accepted: 28/08/2024

Published: 30/08/2024

© Copyright 2024 by the author(s)



This is an Open Access article
distributed under the terms of [the Creative
Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

JEL Classification: I11.

Вступ

Біомедичну інженерію можна визначити як «застосування інженерних підходів і принципів до проектування та перетворення технологій для їх використання щодо вирішення біологічних проблем» [Kosky et al., 2021]. Наукові дослідження та застосування новітніх технологій в біомедичній сфері призведуть до кардинальних змін в галузях охорони здоров'я, виробництва харчових продуктів, сільського господарства, збереження навколишнього середовища. Очікується, що у період 2030-2040 р.р. своє застосування знайдуть близько 400 нових досягнень біоінженерії зі значним економічним ефектом (від 2 до 4 трлн. доларів на рік) [Електронний ресурс, 15]. Прискоренню інновацій в сфері біомедицини буде сприяти розвиток штучного інтелекту та аналізу даних, автоматизації, сфери обчислень.

Огляд літератури

Узагальнення результатів досліджень [Demchuk et al., 2020, Shatorna et al., 2013, Yeung et al., 2019] дозволяє виявити найважливіші проблемні місця у здоров'ї людства в майбутньому, які можуть бути посилені через геополітичні та збройні конфлікти, появу нових пандемій, продовольче забезпечення та вплив навколишнього середовища.

Узагальнення результатів досліджень [Demchuk et al., 2020, Shatorna et al., 2013, Yeung et al., 2019, Patou et al., 2019, Chen, 2012, Newell, 2012, Електронний ресурс, 17] дозволяє визначити основні сфери біомедичних інновацій (біомолекули, біосистеми, біомашини, біокомп'ютинг) та сфери впливу біоінженерії (здоров'я та працездатність людини; сільське господарство, аквакультура та продукти харчування; споживчі товари та послуги; матеріали, хімічні речовини та енергія). У есе [Newell, 2012] представлено історичні аспекти розвитку галузі біомедичної інженерії.

Мета та завдання

Метою дослідження є виявлення стану та закономірностей розвитку, сучасних тенденцій та інновацій світового ринку біоінженерії.

Вирішення завдань визначення обсягу та потенційного попиту світового ринку біоінженерії, систематизації та узагальнення відомостей щодо стану і тенденцій розвитку ринку, здійснення його сегментації дозволить досягнути поставленої мети. Здійсненні дослідження можуть мати практичне значення для передбачення тенденцій розвитку світового ринку біоінженерії та врахування їх для розвитку відповідної галузі економіки України.

Методи

Використано такі наукові методи: метод пошуку літературних даних; метод аналізу, систематизації та узагальнення літературних джерел; порівняльний аналіз різних методичних підходів дослідження.

Результати

Загальна характеристика світового ринку біомедичної інженерії.

Біологічні наукові установи досліджують, а виробничі фірми створюють і виробляють широкий спектр комерційних продуктів, більшість з яких має медичне застосування. Біотехнологічні компанії на відміну від фармацевтичних використовують процеси живих організмів для виробництва продуктів. Відповідно до аналітичного дослідження [Електронний ресурс, 17] у 2019 році обсяг світового біотехнологічного ринку становив 449 млрд. дол. США і, за прогнозами, до 2025 року він збільшиться у 1,6 раза та досягне позначки 727 млрд. дол.

Компанії з виробництва медичного обладнання розробляють медичні хірургічні інструменти для діагностики, профілактики, моніторингу та лікування хвороб. Медичні прилади можуть мати форму інструмента, апарата, машини, імплантата, програмного забезпечення або аналогічних форматів. У 2019 році світовий ринок медичних приладів становив 457 млрд. дол. США. Дослідницькими установами в

2019 році було витрачено 35 млрд. дол. США, а очікуваний обсяг у 2025 році прогнозується на рівні 51 млрд. дол. [Електронний ресурс, 17].

Діяльність фахівців біоінженерної галузі спрямована на покращення життя людства шляхом використання сучасних розробок нових цифрових інструментів, програмних платформ, новітніх приладів та пристроїв. Найважливіші сфери біомедичної інженерії, а саме біомеханіка, біомехатроніка, біомедична електроніка, тканинна інженерія, позитивно впливають на галузь охорони здоров'я. В період 2019 - 2021 р.р. компанії венчурного капіталу інвестували понад 52 млрд. дол. США в терапевтичні біотехнологічні застосування. При цьому близько 70 % витрат відповідало стартапам з новими технологічними платформами, особливо тими, які стосувались персоналізованої медицини. Основна увага інвесторів була зосереджена на таких платформах, як клітинна терапія; генна терапія нового покоління; прецизійна медицина; розробка та впровадження ліків нового покоління; вирішення стратегічних завдань для досягнення цілей, які раніше не піддавались лікуванню, включаючи білки, які важко вразити, і хвороби, які важко лікувати; розробка нових методів доставки ліків.

Аналіз ринку інструментів біомедичної інженерії.

Загальна характеристика ринку інструментів біомедичної інженерії. Біомедична приладобудівна інженерія являє собою «розробку нових пристроїв і процедур для розв'язання медичних проблем» [Rajathi et al, 2014]. Зазначена розробка поєднує новітні досягнення в галузях інженерії, біології, фізики, хімії та медицини через міждисциплінарну діяльність (зокрема, в галузі наноматеріалів і нанотехнологій), яка об'єднує інженерні науки з біомедичними науками та клінічною практикою [Malyshev et al, 2019, 6, Malyshev et al, 2019, 7, Malyshev et al, 2024].

Відповідно до аналітичного звіту [Електронний ресурс, 19] у 2022 році світовий ринок інструментів біоінженерії становив 111,28 млрд. дол. США і, за прогнозами, до 2032 року він збільшиться у понад 3 рази і досягне позначки 367,16 млрд. дол. Середній сукупний темп зростання (ССТЗ) у цей період становитиме 13 % (рис. 1). Активність основних значущих компаній ринку сприятиме зростанню ринку протягом прогнозованого періоду.

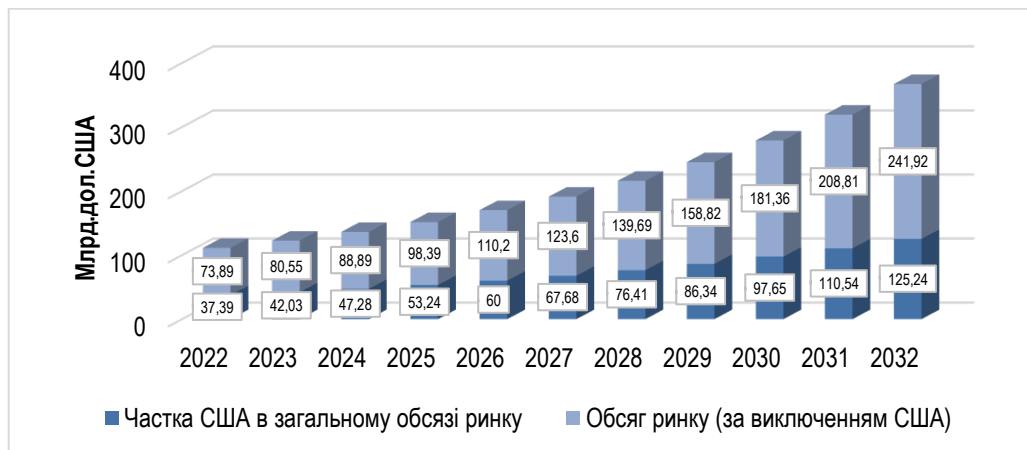


Рис. 1. Обсяг світового ринку інструментів біоінженерії в прогнозованому періоді (2023-2032 р.р.), млрд. дол. США

Джерело: побудовано за даними [Електронний ресурс, 19].

Основні висновки, що наводяться в аналітичному звіті [Електронний ресурс, 19]:

- у 2023 році частка регіону країн Північної Америки становила 43,3 % і, за прогнозами, зросте до 44,9% у 2032 році;
- у 2023 році частка країн Європи становила 25,6 % та за прогнозами зменшиться до 22,6 % у 2032 року;

- частка країн Азійсько-Тихоокеанського регіону зростатиме з найвищим ССТЗ за прогнозований період (при чому темпи зростання китайського ринку біотехнологій становлять 7,9 % в середньому за рік);
- відповідно сегментації ринку за технологіями у 2022 році технології клітинної біології належала провідна позиція з часткою доходу в 34,5 %, а сегмент протеоміка зростатиме з найшвидшими ССТЗ протягом прогнозованого періоду;
- відповідно сегментації ринку за продуктами у 2022 році системи культивування клітин і 3D сегмент культивування клітин мали найвищу частку доходу (18,4 %);
- секвенування наступного покоління щорічно зростатиме на 7,8 % у період з 2023 по 2032 р.р.;
- відповідно сегментації ринку за використанням частка доходу сегменту охорони здоров'я у 2022 році становила 33,8 %.

У аналітичному звіті [Електронний ресурс, 19] оцінено обсяг ринку інструментів біоінженерії США в період з 2023 по 2032 рік. За оцінками у 2022 році він становив 37,39 млрд. дол. США і, за прогнозами, до 2032 року він зросте в понад 3 рази та досягне позначки 125,24 млрд. дол. ССТЗ в цей період становитиме 12,9 % (рис. 1). При цьому частка ринку США у світовому ринку буде зростати з 33,6 % у 2022 році до 34,1 % у 2032 році.

Динаміка та фактори зростання ринку інструментів біомедичної інженерії. Серед факторів, що сприяють зростанню ринку, основними є:

- технологічний прогрес та швидкі зміни в галузі інструментів біомедичної інженерії;
- зростання інвестування в наукові дослідження та технологічні розробки;
- збільшення кількості провідних компаній ринку із завершеним ланцюжком створення вартості біологічного виробництва від розробки до впровадження.

Основним чинником, що впливає на динаміку ринку інструментів біоінженерії, є зростання попиту на біофармацевтичні препарати. Зазначений попит визначається такими передбаченнями:

- значний попит на біологічні препарати, технології рекомбінантної ДНК;
- зосередження наукових досліджень та сучасних виробництв на передових інноваціях;
- вдосконалення технологій, лабораторій, стратегії та діяльності біомедичної галузі;
- підвищення безпеки та ефективності біофармацевтичних продуктів для здоров'я людини.

Майбутні перспективи ринку інструментів біоінженерії будуть визначатися технологічним прогресом галузі, а саме такими обставинами:

- швидкість впровадження інструментів у практичну діяльність;
- вдосконалення методів молекулярної діагностики;
- оптимальне використання нуклеїнових кислот.

Регіональний огляд ринку інструментів біомедичної інженерії. У 2022 році країни Північної Америки мали найбільшу частку доходу. За прогнозами регіон Північної Америки і в подальшому домінуватиме на ринку завдяки таким чинникам:

- впровадження нових категорій продуктів (імунотерапевтичні препарати, наноантитіла, синтетичні вакцини тощо);
- збільшення обсягу інвестицій фармацевтичної та біофармацевтичної промисловості в наукові дослідження та розробки;
- використання людських тканин для створення нових аналізів персоналізованої терапії;
- розширення індивідуальної медицини завдяки ширшому використанню ІТ-систем охорони здоров'я та технологій секвенування у клінічному робочому процесі;
- зростання сектору індивідуального лікування завдяки Програмі прецизійної медицини США.

За прогнозами сегмент Азійсько-Тихоокеанського регіону буде зростати з найшвидшими ССТЗ завдяки збільшенню проникнення та утвердження провідних компаній на ринку в азійських країнах і зростанню інвестицій у розробку передових методів діагностики.

З використанням даних аналітичного звіту [Електронний ресурс, 19] здійснено сегментний аналіз світового ринку інструментів біомедицини у 2020 році за географічними регіонами (рис. 2). Чільне місце

належало країнам Північної Америки з часткою доходу 33,6 %. Європейському та Азійсько-Тихоокеанському сегментам належали частки 28,8 % та 21,6 % відповідно. Країни Близького Сходу та Африки і країни Латинської Америки мали частки ринку близько 11 %.

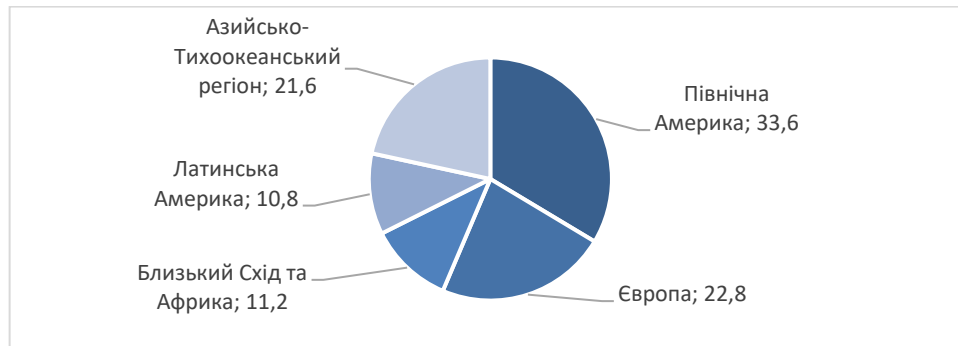


Рис. 2. Сегментний аналіз світового ринку інструментів біомедицини за географічними регіонами (2020 р.), %

Джерело: побудовано за даними [Електронний ресурс, 19].

Основні висновки щодо прогнозу ринку інструментів біоінженерії за різними географічними регіонами, зроблені з використанням даних аналітичного звіту [Електронний ресурс, 19] такі:

- у 2023 році ринок інструментів біоінженерії країн Північної Америки становив 53,05 млрд. дол. США і очікується його зростання до 164,97 млрд. дол. у 2032 році з 13,4 % в період 2023-2032 р.р.;
- у 2023 році ринок інструментів біоінженерії США становив 43,82 млрд. дол. США і очікується його зростання до 138,75 млрд. дол. у 2032 році із ССТЗ 13,7 % у період 2023-2032 р.р.;
- у 2023 році ринок інструментів біоінженерії країн Європи становив 31,41 млрд. дол. США і очікується його зростання до 82,92 млрд. дол. у 2032 році з ССТЗ 11,4 % у період 2023-2032 роки.

Аналіз ринку інструментів біомедицини за продуктом ринку. Останнім часом спостерігається значний прогрес технологій секвенування наступного покоління завдяки економічній ефективності, неперевершеній швидкості секвенування, високій роздільній здатності та точності геномного аналізу. Технологія секвенування наступного покоління включає секвенування збірки *de novo*, секвенування всього геному, секвенування транскриптомів і повторне секвенування на рівні ДНК або РНК. Чинниками зростання ринку передбачаються зростання використання технології секвенування наступного покоління в клінічній діагностиці та швидкість, доступність і точність цього підходу до секвенування. Технології секвенування наступного покоління мають суттєві переваги порівняно зі звичайними методами секвенування:

- скорочення часу обробки для великої кількості зразків та зменшення вартості технологій;
- покращення чутливості у виявленні низькочастотних варіацій;
- збільшення пропускну здатності завдяки мультиплексуванню вибірки.

Значущість секвенування наступного покоління різко підвищиться завдяки важливості у дослідженні гетерогенності пухлин, відкриттю нових генів, пов'язаних з онкозахворюваннями, та ідентифікації змін, пов'язаних з канцерогенезом.

Аналіз ринку інструментів біомедицини за технологічними ідеями. Технологія клітинної біології та геномна технологія домінували на світовому ринку інструментів біоінженерії у 2022 році. Традиційні технології редагування геному є неефективними завдяки тривалості часу та застосуванню значних трудових ресурсів. Тому вони мають обмежену здатність підтримувати темпи епохи модифікації геному. Точне та просте редагування геному досягається завдяки впровадженню нуклеаз CRISPR/Cas9 та ZFN. На сьогодні розвиток геномної промисловості призвів до значних успіхів у лікуванні генетичних захворювань.

Збільшення фінансування Національними інститутами здоров'я для клітинної біології та застосування

технології клітинної біології у відкритті ліків сприяють зростанню частки сегменту технологій клітинної біології. Використання клітинних аналізів для відкриття ліків зросло також у зв'язку з успіхами досліджень з рідинами та проточної цитометрії. На розвиток клітинної біології будуть впливати досягнення в розвитку інструментів штучного інтелекту та розширення дослідницької практики провідних промислових компаній. Метою співпраці наукових лабораторій та промислових компаній є дослідження найсучасніших біомаркерів для покращення контролю якості виробництва стовбурових клітин.

Відповідно до сегментації ринку за технологічними ідеями, проведеної на підставі результатів аналітичного звіту [Електронний ресурс, 19], сегменти розташувались у такій послідовності: сегмент технологій клітинної біології (з часткою доходу 35,6 %), генні технології (27,0 %), технології промеотики (17,9 %), лабораторне постачання та технології (12,0 %), інші аналітичні технології підготовки проб (7,5 %) (рис. 3).

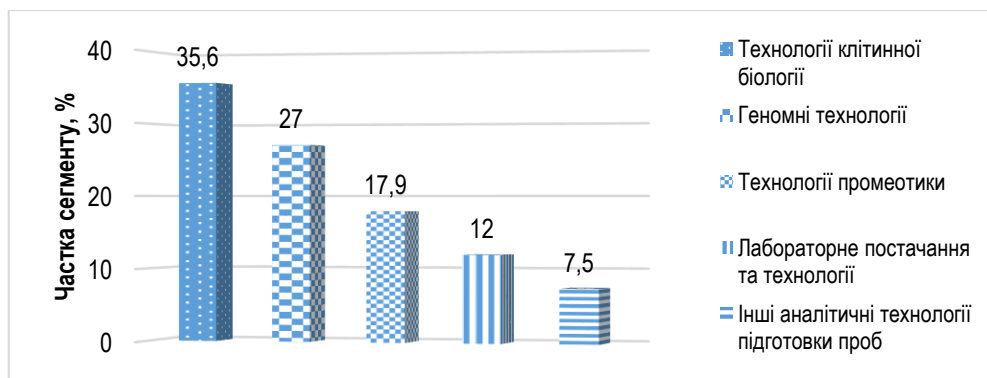


Рис. 3. Сегментний аналіз світового ринку інструментів біоінженерії за технологіями виготовлення (2020 р.), %

Джерело: побудовано за даними [Електронний ресурс, 19].

Очікується, що найвищий ССТЗ протягом прогнозованого періоду буде зафіксовано для сегменту застосування протеоміки завдяки перспективності використання інформації, яка може бути надана за результатами аналізу протеомів, пов'язаних зі структурною та функціональною характеристиками клітин, механізмами їхньої відповіді на ліки та іншими зовнішніми фактори. Мас-спектрометрія є ключовою технологією, використовуваною під час протеомного аналізу.

Аналіз ринку інструментів біоінженерії за галузями використання. У 2022 році сегмент охорони здоров'я характеризувався максимальною часткою ринку і, за прогнозами, у майбутньому спостерігатиметься його значне зростання. Одними з головних факторів зростання ринку інструментів біоінженерії є зростання впровадження протеомних і геномних робочих процесів у лікарнях для лікування та діагностики різних клінічних аномалій, аналізованих для стимулювання зростання ринку, та значні зусилля, вжиті клініками та лікарнями для розширення своїх дослідницьких можливостей у галузі геноміки.

З використанням даних аналітичного звіту [Електронний ресурс, 19] можна оцінити частку сегментів світового ринку за галузями застосування (рис. 4). Провідна позиція належала сегменту галузі охорони здоров'я (35,9 %). Решта сегментів розташувалась у такій послідовності: біофармацевтичні компанії (26,6 %), державні цілі та академічні дослідження (17,8 %), промисловість (12,1 %). За прогнозами сегмент біофармацевтичних компаній буде розвиватися з прибутковим ССТЗ завдяки великій кількості проєктів із секвенування геному та співпраці з академічними медичними центрами та системами охорони здоров'я.

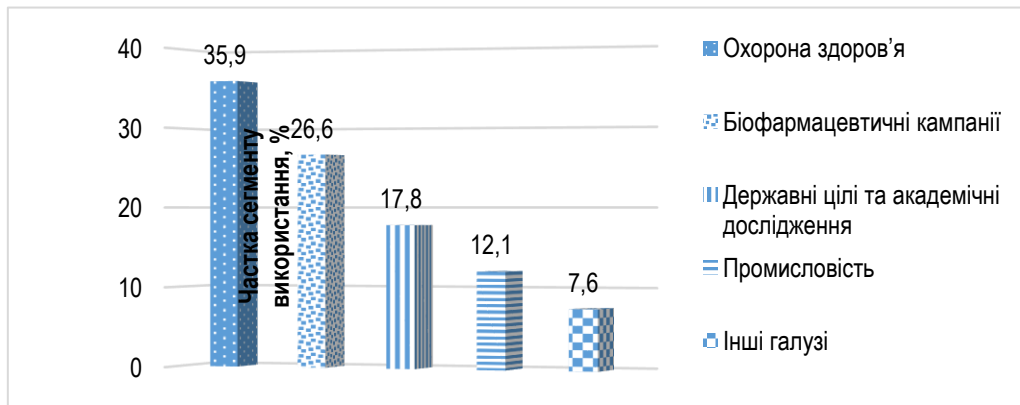


Рис. 4. Сегментний аналіз світового ринку інструментів біоінженерії за галузями застосування (2020 р.), %

Джерело: побудовано за даними [Електронний ресурс, 19].

Аналіз ринку речовин та реагентів біоінженерії.

Загальна характеристика ринку речовин та реагентів біоінженерії. Обсяг світового ринку речовин та реагентів біоінженерії у 2022 році становив 50 млрд. дол. США і, за прогнозами, він зросте до 90 млрд. дол. у 2032 році з ССТЗ 6,1 % протягом прогнозованого періоду з 2023 по 2032 рік [Електронний ресурс, 20] (рис. 5).

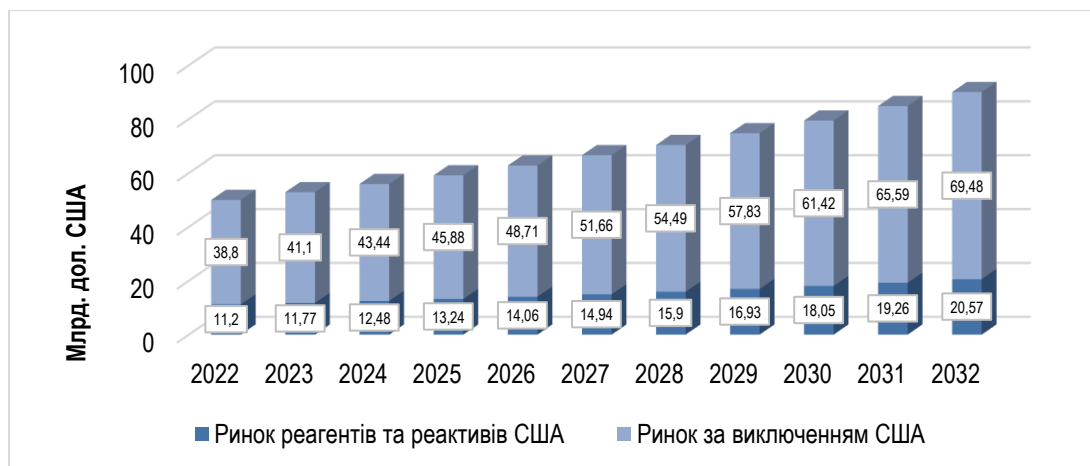


Рис. 5. Обсяг світового ринку речовин та реагентів біоінженерії, млрд. дол. США

Джерело: побудовано за даними [Електронний ресурс, 20].

У 2022 році обсяг ринку речовин та реагентів біоінженерії США становив 11,12 млрд. дол. Очікується, що до 2032 року він досягне приблизно 20,57 млрд. дол. із ССТЗ 6,4 % протягом прогнозованого періоду з 2023 по 2032 рік [Електронний ресурс, 20] (рис. 5).

Найважливішою рушійною силою ринку речовин та реагентів біоінженерії є стрімке зростання поширеності різноманітних інфекційних захворювань серед населення світу. Спалах пандемії COVID-19 сприяв підвищенню попиту на біомедичні реагенти. Дослідницькі організації потребують речовин і реагентів біомедичної інженерії для проведення досліджень нових вірусів COVID-19.

Аналіз ринку речовин та реагентів біоінженерії за географічними регіонами. У 2020 році найбільша частка доходу ринку належала країнам Північної Америки (33,3 %) завдяки таким обставинам:

- зросла державна підтримка розвитку біофармацевтичної промисловості;
- потужний розвиток біофармацевтичної індустрії та зростання чисельності контрактних дослідницьких організацій;
- значна поширеність хронічних захворювань і збільшення попиту на новітні діагностичні засоби та ліки.

У 2022 році частка доходу ринку США в загальному світовому обсязі ринку становила 22,2 %. За прогнозом лідируюча позиція США не зміниться в 2032р. (22,8 %) (рис. 5).

Європейському та Азійсько-Тихоокеанському сегментам відповідали частки доходу 22,7 % і 22,6 % відповідно, а сегментам Латинська Америка і Близький Схід та Африка – 10,9 % і 10,5 % відповідно (рис. 6). За прогнозами найрозвиненішим ринком буде сегмент Азійсько-Тихоокеанського регіону завдяки зростанню чисельності біотехнологічних компаній та діагностичних лабораторій у регіоні, збільшенню споживання речовин та реагентів біоінженерії та урядовим ініціативам щодо залучення прямих іноземних інвестицій.

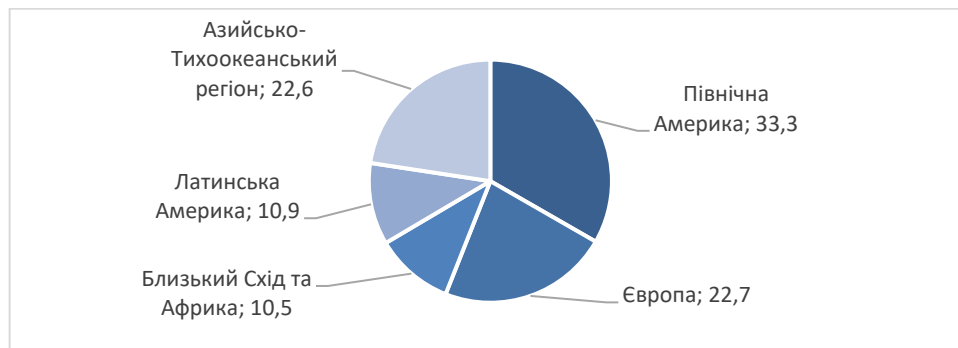


Рис. 6. Сегментний аналіз світового ринку речовин та реагентів біоінженерії за географічними регіонами (2020 р.), %

Джерело: побудовано за даними [Електронний ресурс, 20].

Аналіз ринку речовин та реагентів біоінженерії за продуктами ринку. Відповідно сегментного аналізу ринку за продуктами сегмент імунологічного аналізу мав найбільшу частку доходу в 2022 році. Очікується, що і в найближчому майбутньому цей сегмент збереже своє домінування завдяки підвищеному попиту на речовини та реагенти для імунологічного аналізу серед діагностичних лабораторій і лікарень, розвитку дослідницької діяльності та розробці нових ліків і тестів. Сегментом з найшвидшим ССТЗ очікується діагностика *in vitro* завдяки зміні парадигми від традиційної до розширеної діагностики та поширеності різноманітних хронічних захворювань серед населення.

Аналіз ринку речовин та реагентів біоінженерії за застосуванням. Відповідно до сегментного аналізу ринку речовин та реагентів за застосуванням у 2020 році сегмент лікарень і діагностичних лабораторій мав найбільшу частку доходу ринку (39,3 %) [Електронний ресурс, 20] (рис. 7). Стрімке поширення вірусу COVID-19 та широке застосування біологічних реагентів в молекулярній діагностиці для виділення нуклеїнових кислот, типування лейкоцитарних антигенів людини та виявлення мутацій зумовили зростання попиту на біомедичні речовини та реагенти. Зросла поширеність різноманітних хронічних захворювань серед населення планети сприяє збільшенню споживання біомедичних речовин та реагентів для діагностичних цілей.

За прогнозами сегментом з найбільшим ССТЗ очікується дослідницькі установи завдяки збільшенню інвестицій різних біотехнологічних і фармацевтичних компаній у дослідницьку діяльність.

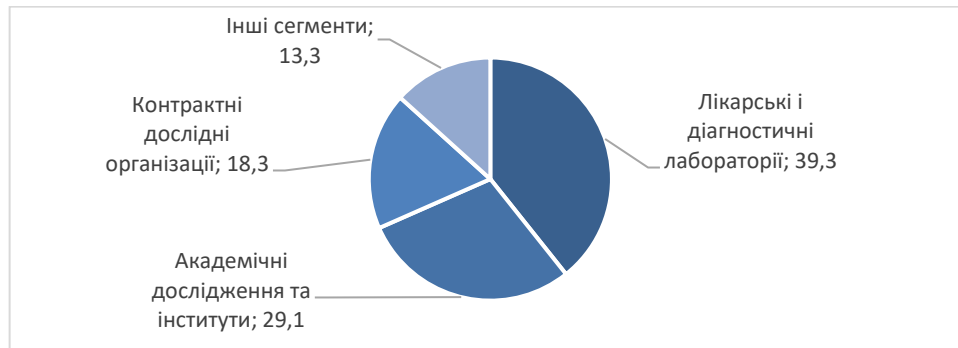


Рис. 7. Сегментний аналіз світового ринку речовин та реагентів за застосуванням (2020 р.), %
Джерело: побудовано за даними [Електронний ресурс, 20].

Аналіз ринку обладнання біоінженерії.

Загальна характеристика ринку обладнання біоінженерії. На думку автора роботи [Webster, 2006] існують біомедичні інженерні пристрої, які рятують більшість життів та покращують життя більшості людей. До них можна віднести рентгеновський апарат; комп'ютерну та магнітно-резонансну томографію; апарат «серце-легені»; штучну нирку; електро-хірургічний блок; кардіостимулятор; пульсоксиметр; апарат штучної вентиляції легень; штучні суглоби.

У 2019 році розмір ринку обладнання біоінженерії становив 54,46 млрд. дол. США і очікується його зростання до 78,98 млрд. дол. у 2027 році з ССТЗ 4,7 % [Електронний ресурс, 21]. Світовий ринок обладнання біоінженерії в подальшому буде розширюватися завдяки таким обставинам:

- стрімким технологічним удосконаленням обладнання біоінженерії;
- збільшенню фінансування досліджень у галузі біоінженерії;
- зростанню занепокоєння щодо безпеки харчових продуктів;
- активізації досліджень і розробок у фармацевтичному та біотехнологічному секторах;
- розробці вдосконалених платформ секвенування та розширенню галузей застосування секвенування наступного.

Сегментація ринку обладнання біоінженерії за споживачем продукції. З використанням даних аналітичного звіту [Електронний ресурс, 21] здійснено сегментний аналіз ринку обладнання біоінженерії за споживачем продукції (табл. 1). У 2020 році найбільший дохід належав сегменту діяльності фарма-біотехнологічних компаній з часткою доходу 43,3 %. Зростанню ринку сприятимуть суворі рекомендації, встановлені агентствами охорони здоров'я в усьому світі щодо виконання вимог систем стандартизації забезпечення якості на всіх етапах виробництва та контролю якості для дослідних лабораторій і організацій під час відкриття нових ліків. Другу позицію займав сегмент лікарні та діагностичні лабораторії (25,3 %), третю - агро- та харчова промисловість (19,6 %) (табл. 1).

Таблиця 1

Сегментний аналіз світового ринку обладнання біоінженерії за споживачем продукції

Рік	Загальний обсяг ринку, млрд. дол. США	Частка сегменту, % (обсяг сегменту, млрд. дол. США)			
		Фарма-біотехнологічні компанії	Лікарні та діагностичні лабораторії	Агро- та харчова промисловість	Інші
2020	45,46	43,3 (21,9)	25,3 (12,8)	19,6 (9,9)	11,8 (6,0)
2027	78,98	44,4 (39,0)	26,0 (22,9)	18,2 (16,0)	11,4 (10,0)

Джерело: за даними [Електронний ресурс, 21]

Сегментація ринку обладнання біоінженерії за географічними регіонами. У 2020 році країни Азійсько-Тихоокеанського регіону домінували на ринку з часткою доходу 43,2 % (рис. 8) [Електронний ресурс, 21]. Зростання частки регіону відбувається завдяки стратегічній експансії провідних компаній

в країнах Азії та стрімкому зростанню сектора фармацевтики Індії та Китаю. Сприяють зростанню також чисельні симпозиуми, конференції та виставки. Друга позиція належала країнам Північної Америки (24,7 %), третя – європейським країнам (20,6 %). За прогнозами в найближчому майбутньому частки регіонів практично не зміняться.

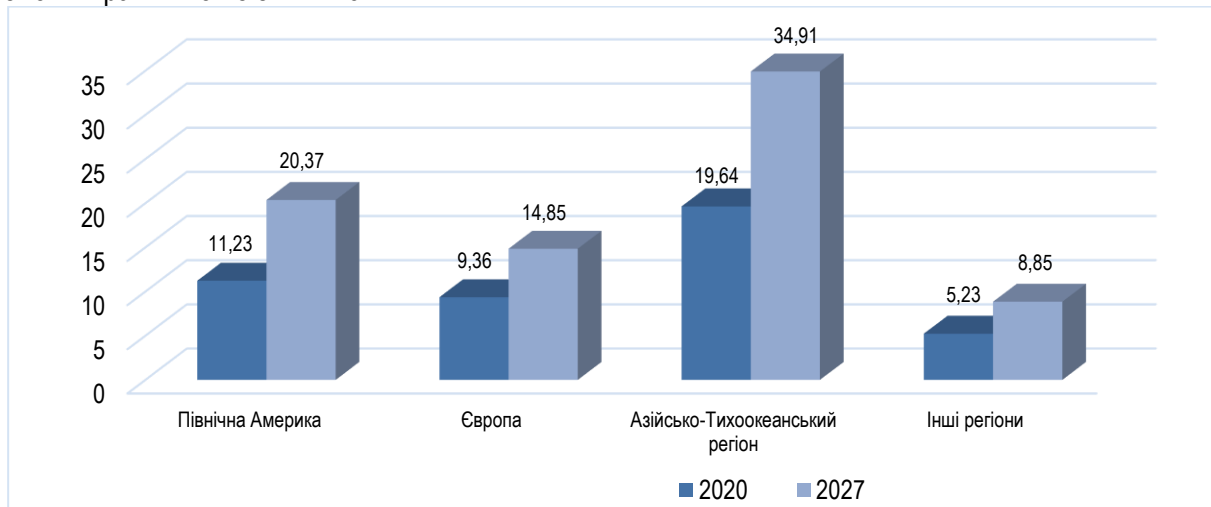


Рис. 8. Сегментний аналіз світового ринку обладнання біоінженерії за регіонами, млрд. дол. США

Джерело: побудовано на підставі даних [Електронний ресурс, 21].

Тенденції розвитку біотехнологій.

Узагальнення аналітичних звітів [Електронний ресурс, 22, Електронний ресурс, 23] дає змогу визначити сім основних тенденцій, які обумовлюють подальші перспективи розвитку біотехнологічної галузі: персоналізована медицина; редагування генів і діагностика згрупованих регулярно розташованих коротких паліндромних повторів; машинне навчання та штучний інтелект; технологія стовбурових клітин; тканинна інженерія та біодрук; великий обсяг даних; дослідження наркотичних речовин.

Згідно з даними аналітичного звіту [Електронний ресурс, 22], очікується, що світовий ринок біотехнологій перевищить 3,44 трлн. дол. у 2030 році. Таке значне зростання ринку зумовлено швидким впровадженням нових технологій, товарів і послуг.

Узагальнення досліджень та аналітичних звітів [Demchuk, 2020, Yeung et al, 2019, Patou et al, 2019, Chen, 2012, Newell, 2012, Електронний ресурс, 22, Електронний ресурс, 23] визначає виробництво ліків, промисловість, сільське господарство як три основні галузі біотехнології. Перспективним також є використання біотехнологічних об'єктів і процесів у наномедичній галузі [Malyshev et al, 2019, 6, Malyshev et al, 2019, 7, Malyshev et al, 2024]. В [Demchuk, 2020, Yeung et al, 2019, Chen, 2012, Newell, 2012, Almuhan et al, 2021] підкреслюється важливість освіти щодо підготовки медичних інженерів.

Висновки

1. Важливу роль в місії охорони здоров'я відведено біоінженерії. Біомедичні інновації згруповано у 4 сфери та виокремлено сфери впливу біомедичної інженерії. Біомеханіку, біомехатроніку, біомедичну електроніку, тканинну інженерію визначено найважливішими сферами біоінженерії щодо впливу на галузь охорони здоров'я. Визначено платформи найбільш цікаві для інвестицій.

2. Висока конкурентність світового ринку інструментів біоінженерії визначається швидким прогресом і постійним технологічним розвитком інструментів. Аналіз ринку за 2023 рік визначив домінуючу роль Північно-Американського регіону з часткою доходу 43,3 %. Частка США у світовому ринку становила 33,6 %. За сегментом технологій чільне місце посідали технології клітинної біології (34,5 %), за сегментом використання – сегмент охорони здоров'я (33,8 %). За прогнозами найвищі темпи зростання очікуються у сегменті протеоміки та в країнах Азійсько-Тихоокеанського регіону. Потужне зростання

передбачається в 2023-2032 роки передбачається на китайському ринку біотехнологій (7,9 % в середньому на рік)

3. Узагальнено фактори сприяння зростанню ринку інструментів біоінженерії. Визначено передбачення, які сприяють попиту на біофармацевтику, та чинники технологічного прогресу, визначальні спроможності ринку.

4. У 2022 році найбільша частка доходу ринку речовин та реагентів біоінженерії належала Північній Америці – 34,3 %. Частка ринку США в загальному світовому обсязі ринку становила 22,2 %. Сегмент Азійсько-Тихоокеанського регіону протягом періоду 2023-2032 р.р. буде розвиватися найшвидшими темпами. Відповідно до сегментного аналізу за продуктами ринку сегмент імунологічного аналізу мав найбільшу частку доходу, а діагностика *in vitro* оцінюється як найрозвиненіший сегмент. Відповідно до сегментації ринку речовин та реагентів за застосуванням у 2020 році сегмент лікарень і діагностичних лабораторій домінував на світовому ринку з часткою ринку 39,3 %, але очікується, що дослідницькі установи стануть сегментом з найбільшим середнім сукупним темпом зростання протягом прогнозованого періоду.

5. Зростання ринку обладнання біоінженерії відбувається завдяки проведенню наукових досліджень, збільшенню інвестицій у фармацевтичну промисловість, зростанню адаптації певних програм, значній поширеності генетичних та інфекційних захворювань. Спектроскопія є одним з найвикористовуваних методів у технологічному сегменті ринку. У 2020 році в сегменті за споживачем продукції діяльність фарма-біотехнологічних компаній у 2020 році характеризувалась найбільшим доходом (43,3 %), а в сегменті за географічними регіонами Азійсько-Тихоокеанський регіон мав найбільший дохід у бізнесі обладнання інженерії (43,2 %).

6. Використання тенденцій світового ринку біоінженерії сприятиме подальшому розвитку вітчизняної біоінженерії та інтеграції вітчизняної науки та інженерії до європейського і світового простору.

Література / References:

- Almuhana, W.H.J, Aljamali, N.M. (2021). Review on biomedical engineering and engineering technology in bio-medical devices. *Journ. Adv. Electr. Dev.*,(6) 2, 18-24. URL: www.matjournals.com
- Chen, G.Q. (2012) New challenges and opportunities for industrial biotechnology. *Microbial cell factories*.. Springer Vol. 11, article number 111. DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-2859-11-111>
- Demchuk, I.V. (2020). Medical science in Ukraine: real state, problems, prospects. *Ukr. Med. Journ.*, (150) 4, 19-23 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.32471/umj.1680-3051.150.233338>
- Holban, A.-M. (2019). Materials for Biomedical Engineering. *Organic Micro and Nanostructures*. Book. Elsevier Inc. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2017-0-04440-3>
- Kosky, P., Balmer, R., Keat, W., Wise, G. (2021). Chapter 16. Bioengineering. In *exploring engineering (fifth edition) An Introduction to Engineering and Design*. Academic Press, 363-382. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815073-3.00016-8>
- Malyshev, V., Kushchevska, N., Korotieieva, A., Brusikova, D.-M., Lukashenko, T., Zalubovskiy, M. (2019) Investigation of state, trends and structure of the world market of nanopowders. *Technology Audit and Production Reserves*, (46) 2/4, 34-42. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.167234>
- Malyshev, V., Kushchevska, N., Korotieieva, A., Brusikova, D.-M., Zalubovskiy, M., Lukashenko, T. (2019). Analysis and systematization of marketing studies data of the Ukrainian nanopowder market and formation of the program for its development. *Technol. Audit & Prod. Reserves*, (47) 3/4, 28-34. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.172152>
- Malyshev, V., Gab, A., Kovalenko, V., Pryshedko, O., Shakhnin, D. (2024). Estimation of global nanomedicine market: status, segment, analysis, dynamics, competition and prospects. *Technol. Audit & Prod. Reserves*, (75) 1/4, 48 -59. (in Ukrainian)
- Newell, J.C. (2012) The development of biomedical engineering as experienced by one biomedical engineer. *Biomed. Eng. Online.*, 11, 137-146 DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-925X-11-94>
- Patou, F., Dimaki, M., Maier, A., Svedsen, W.E., Madsen, J. (2019) Model-based systems engineering for life – sciences instrumentation development. *Syst. Eng.*, 22 (2), 98-113. DOI: <https://doi.org/10.1002/sys.21429>
- Rajathi, A.A., Raj, A.S., Rajalakshmy, P.K., Gerard Joe Nigel, K.J. (2014) Review on biomedical instrumentation. *Biomedical engineering and its various applications. Int. Journ. Adv. Res. Electrical, Electronics, and Instrumentation Eng.*, (3) 3, 7707-

7719. URL: www.ijareeie.com

12. Shatorna, V.F. (2013). Nanotechnology, nanomedicine, nanobiology: a view of the problem. Bull. Probl. Biol. Med., (99) 2, 40-43 (in Ukrainian).

13. Webster, J.G. (2006). The ten most important biomedical engineering devices. In: Magjarevic, R., Nagel, J.H. (eds) World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering. IFMBE Proceedings, Vol 14. Springer, Berlin, Heidelberg.

https://doi.org/10.1007/978-3-540-36841-0_154

14. Yeung, A.W.K., Tzvetkov, N.T., Gupta, V.K., Gupta, S. et al. (2019) Current research in biotechnology: exploring the biotech forefront. Curr. Res. Biotech., 1, 34-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2019.08.003>

15. Life sciences technology insights: Scaling a product and platform model. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/life-sciences-technology-insights-scaling-a-product-and-platform-model>

16. 11 global health issues to watch in 2023, according to IHME experts. URL: <https://www.healthdata.org/acting-data/11-global-health-issues-watch-2023-according-ihme-experts>

17. Life sciences. <https://www.proclinical.com/life-sciences>

sciences

18. Important ways that bioengineering has enhanced health care. URL:

<https://engineeringonline.ucr.edu/blog/4-ways-bioengineering-has-enhanced-health-care/>

19. Life Science Tools Market. URL: <https://www.precedenceresearch.com/life-science-tools-market/amp>

20. Life Science Reagents Market. URL: <https://www.precedenceresearch.com/life-science-reagents-market/amp>

21. Life Science Instrumentation Market Size And Forecast. URL:

<https://www.verifiedmarketresearch.com/product/life-science-instrumentation-market/>

22. Top 7 Biotechnology Trends to Watch in 2024. URL: <https://sigma.software/about/media/top-7-biotechnology-trends-to-watch-in-2024>

23. Top 7 Biotechnology Trends. URL: https://www.google.com/search?q=TOP+7+BIOTECHNOLOGY+TRENDS&oq=TOP+7+BIOTECHNOLOGY+TRENDS+&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIGCAEQRRg80gEJMTczN2owajE1qAIAAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8

ВНЕСОК АВТОРІВ

Концептуалізація/ Conceptualization: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Контроль даних/ Data curation: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Формальний аналіз/ Formal Analysis: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Методологія/ Methodology: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Дослід/експеримент: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Ресурси/Resources: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Нагляд/ Supervision: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Перевірка/Validation: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Візуалізація/Visualization: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Адміністрування/Administration: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Writing –original draft/

Написання –чернетка/: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

Writing –review & editing/

Написання – рецензування та редагування: Малишев Віктор, Коваленко Вікторія

ФІНАНСУВАННЯ

Автори не отримували фінансування для цієї статті.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.